



УКРАЇНА

(19) UA (11) 48981 (13) U
(51) МПК (2009)
F16F 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МАЯТНИКОВО-КОТКОВИЙ ДИНАМІЧНИЙ ГАСНИК КОЛИВАНЬ

1

2

(21) u200911119

(22) 02.11.2009

(24) 12.04.2010

(46) 12.04.2010, Бюл.№ 7, 2010 р.

(72) ВІКОВИЧ ІГОР АНДРІЙОВИЧ, ДІВЕЄВ БОГ-
ДАН МИХАЙЛОВИЧ, ГРИЦАЙ ВОЛОДИМИР
ЯРОСЛАВОВИЧ, КОВАЛЬ ТАРАС БОГДАНОВИЧ,
ДОРОШ ІГОР РОМАНОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА"

(57) Маятниково-котковий динамічний гасник коливань, що містить маятниковий інерційний елемент, який складається зі стержня-маятника з масою на кінці, рухомої шарнірної опори і проміжної маси вузла кріплення, приєднаної пружним елементом до основної вібронавантаженої конструкції, який відрізняється тим, що маса на кінці стержня-маятника виконана коробчатою з пружними прокладками і з рухомими масами.

Корисна модель відноситься до машинобудування і може бути використана у сільськогосподарській техніці (штангові обприскувачі), пожежних машинах, у великогабаритних кранах, у вантажопідіймальних механізмах і машинах та транспортних машинах, що мають націпне обладнання, яке потребує зменшення вібронавантаження, елементів конструкцій, а також у висотних будівельних спорудах.

Відомі різноманітні конструкції динамічних гасників коливань (ДГК) маятникового, коткового і пружинного типів. Зокрема, для обертових машин найбільше застосування знайшли гасники пружинного типу. Для зменшення вібронавантаження на рами агрегатів та на фундаменти ширше застосовують ДГК лінійної дії - маса на пружному елементі (патенти EP0884731, US2002021655, US2001012254, EP1207532). Для великогабаритних конструкцій і будівельних споруд більшого застосування знаходять ДГК маятникового (US5556227, EP0618380A1) та коткового типів (JP59217028, DE4109964A1, US2003/0052247A1 та патенти, України №41171A, 44065A, 52135A, 52239A, 54033A, 56783A, 58826A, 58981A, 59097A, 59224A).

Найближчою до запропонованої корисної моделі за технічною суттю і досягненням результату є динамічний гасник коливань (патент EP1008747 A2 від 14.06.2000, Schwingungstilger fuer Windkraftanlagen (гасник коливань для вітрових агрегатів), автор Franz Mitsch), що містить маятниковий інерційний елемент, який складається зі стержня-маятника з масою на кінці, рухомої шар-

нірної опори і проміжної маси вузла кріплення, приєднаної пружним елементом до основної вібронавантаженої конструкції.

Проте в даній конструкції ДГК не використовується енергія віброударної маси, що може значно покращити його енергетичні властивості. Динамічний гасник коливань не має регуляції за ефективною вібропоглинаючою масою, робочою частотою, та рівнем демпфування. Наприклад, типові конструкції штанг штангових обприскувачів, стріл пожежних машин мають різні габарити (штанги бувають від 8м до 40м завдовжки і більше, стріли пожежних машин - від 10м до 90м). У процесі експлуатації на них діють віброімпульсні навантаження, які негативно впливають на міцність і довговічність конструкцій, а також погіршують технологічний процес.

В основу корисної моделі поставлено завдання створити динамічний гасник коливань комбінованого маятникового і коткового типів, який би за рахунок того, що маса на кінці стержня-маятника виконана коробчатою з пружними прокладками і з рухомими масами.

Корисна модель відноситься до машинобудування і може бути використана у сільськогосподарській техніці (штангові обприскувачі), пожежних машинах, у великогабаритних кранах, у вантажопідіймальних механізмах і машинах та транспортних машинах, що мають націпне обладнання, яке потребує зменшення вібронавантаження елементів конструкцій, а також у висотних будівельних спорудах.

(19) UA (11) 48981 (13) U

Відомі різноманітні конструкції динамічних гасників коливань (ДГК) маятникового, коткового і пружинного типів. Зокрема, для обертових машин найбільше застосування знайшли гасники пружинного типу. Для зменшення вібронавантаження на рами агрегатів та на фундаменти ширше застосовують ДГК лінійної дії - маса на пружному елементі (патенти EP0884731, US2002021655, US2001012254, EP1207532). Для великогабаритних конструкцій і будівельних споруд більшого застосування знаходять ДГК маятникового (US5556227, EP0618380A1) та коткового типів (JP59217028, DE4109964A1, US2003/0052247A1 та патенти України №41171A, 44065A, 52135A, 52239A, 54033A, 56783A, 58826A, 58981A, 59097A, 59224A).

Найближчою до запропонованої корисної моделі за технічною суттю і досягненням результату є динамічний гасник коливань (патент EP 1008747 A2 від 14.06.2000, Schwingungstilger fuer Windkraftanlagen (гасник коливань для вітрових агрегатів), автор Franz Mitsch), що містить маятниковий інерційний елемент, який складається зі стержня-маятника з масою на кінці, рухомої шарнірної опори і проміжної маси вузла кріплення, приєднаної пружним елементом до основної вібронавантаженої конструкції.

Проте в даній конструкції ДГК не використовується енергія віброударної маси, що може значно покращити його енергетичні властивості. Динамічний гасник коливань не має регуляції за ефективною вібропоглинаючою масою, робочою частотою, та рівнем демпфування. Наприклад, типові конструкції штанг штангових обприскувачів, стріл пожежних машин мають різні габарити (штанги бувають від 8м до 40м завдовжки і більше, стріли пожежних машин - від 10м до 90м). У процесі експлуатації на них діють віброімпульсні навантаження, які негативно впливають на міцність і довговічність конструкцій, а також погіршують технологічний процес.

В основу корисної моделі поставлено завдання створити динамічний гасник коливань комбінованого маятникового і коткового типів, який би за рахунок того, що маса на кінці стержня-маятника виконана коробчастою з пружними прокладками і з рухомими масами.

Введення додаткових рухомих мас дає можливість забезпечити регульовані вібропоглинаючі властивості і робочі характеристики такого ДГК у ширшому частотному діапазоні, а також забезпечити надійний віброударозахист основної вібронавантаженої конструкції.

Поставлене завдання вирішується тим, що маятиково-котковий динамічний гасник коливань містить маятниковий інерційний елемент, який складається зі стержня-маятника з масою на кінці, рухомої шарнірної опори і проміжної маси вузла кріплення, приєднаної пружним елементом до основної вібронавантаженої конструкції, згідно корисної моделі, маса на кінці стержня-маятника виконана коробчастою з пружними прокладками і з рухомими масами.

У технічному рішенні рухома шарнірна опора дає змогу змінювати довжину маятника-стержня

для налаштування ДГК на відповідну частоту коливань. Рухомі маси вільно переміщуються всередині маси коробчастої та забезпечують демпфування основної вібронавантаженої конструкції внаслідок зміщення центра мас маятника-стержня під час переміщення додаткових рухомих мас та їх ударів до стінок маси коробчастої з пружними прокладками. Це дає змогу за рахунок вибору геометричних розмірів, значень мас, механічних характеристик та розташування пружних і демпфуючих елементів досягти оптимального поглинання коливань у частотних діапазонах, що відповідають резонансним частотам основної вібронавантаженої конструкції.

На Фіг.1 зображено маятиково-котковий ДГК, де 8 - основна вібронавантажена конструкція, 7 - пружний елемент, 4 - проміжна маса вузла кріплення, 1 - маятник-стержень, 2 - маса коробчаста, 6 - рухомі маси, 5 - пружні прокладки, 3 - рухома шарнірна опора.

До основної вібронавантаженої конструкції 8, приєднаний маятник-стержень 1 пружним елементом 7 через рухома шарнірну опору 3 і проміжну масу вузла кріплення 4. Маса коробчаста 2 з пружними прокладками 5 маятника-стержня 1 виконана у вигляді короба з можливістю переміщення у ній рухомих мас 6.

ДГК працює так: при роботі основної вібронавантаженої конструкції 8 вібрація від неї і через пружний елемент 7, рухома шарнірну опору 3 і проміжну масу вузла кріплення 4 передається до конструкції цього ДГК, який починає коливатися у своїй площині та гасити коливання основної вібронавантаженої конструкції 8 на її першій резонансній частоті. Рухомі маси 6 всередині маси коробчастої 2 починають переміщатися і за рахунок зміщення центра мас маятника-стержня 1 і їх періодичних ударів до стінок маси коробчастої 2 підвищують демпфування маятиково-коткового ДГК. Налаштування частоти маятиково-коткового ДГК на резонансну частоту коливань основної вібронавантаженої конструкції здійснюється шляхом зміни довжини стержня 1, мас коробчастої 2 і рухомих 6, підняттям чи опусканням основної маси коробчастої 2 за допомогою рухомої шарнірної опори 3, а також зміною жорсткості пружного елемента 7.

Кінетичну енергію вібронавантаженої конструкції можна записати у вигляді

$$K_{amx} = M_a \frac{dx_a^2}{dt^2} + (L^2 + x_x^2) \frac{d\varphi^2}{dt^2} + \frac{dx_x^2}{dt^2} + 2 \frac{dx_a}{dt} (L \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt} - x_x \sin \varphi \frac{d\varphi}{dt} + \cos \varphi \frac{dx_x}{dt}) + 2L \frac{dx_x}{dt} \frac{d\varphi}{dt}, \quad (1)$$

де M_a - зведена проміжна маса вузла кріплення 4; x_a і x_x - горизонтальні переміщення і зведеної проміжної маси вузла кріплення 4 і маси коробчастої 2; L - довжина маятника-стержня 1; φ - кут відхилення маятника-стержня 1 від вертикалі під час коливань.

Враховано варіацію пружної енергії пружних прокладок 5 та потенціальну енергію маси коробчастої 2 та ударної рухомої маси 6 в полі земного тяжіння.

$$\delta U_m = -Lm g \sin \varphi \delta \varphi,$$

$$\delta U_x = -Mx g \sin \varphi \delta x_x - M_x (L \sin \varphi + x_x \cos \varphi) \delta \varphi \quad (2)$$

і варіацією енергії змінання пружних прокладок 5 під час ударів рухомих мас 6

$$\delta U_v = -Mm K_v (x_x - A) |x_x| > A;$$

$$\delta U_v = 0 |x_x| < A \quad (3)$$

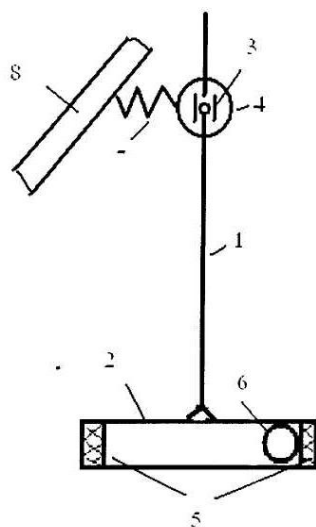
Рівняння динамічної рівноваги тепер одержано з варіаційного принципу Гамільтона-Остроградського

$$\int_0^t (\delta K - \delta U) dt = 0$$

у вигляді системи рівнянь на переміщення q , ланок стержнів, зведеної проміжної маси вузла кріплення 4 M_a , маси коробчастої 2 маятника-стержня та ударної рухомої маси 6:

$$M\ddot{q} + K\dot{q} = b \quad (4)$$

Тут $q = (q_1, q_2, q_A)^T$ - вектор невідомих, M - матриця мас, K - матриця жорсткості, b - вільний член.



Фіг.1

На Фортрані складено комплекс програм для аналізу цієї системи. Матриця мас буде сумою двох матриць третього порядку: матриці мас маятника-стержня 1 M_s , матриці зведеної проміжної маси 4 M_a , матриці маси коробчастої 2 маятника M_m та матриці ударної рухомої маси 6 M_x

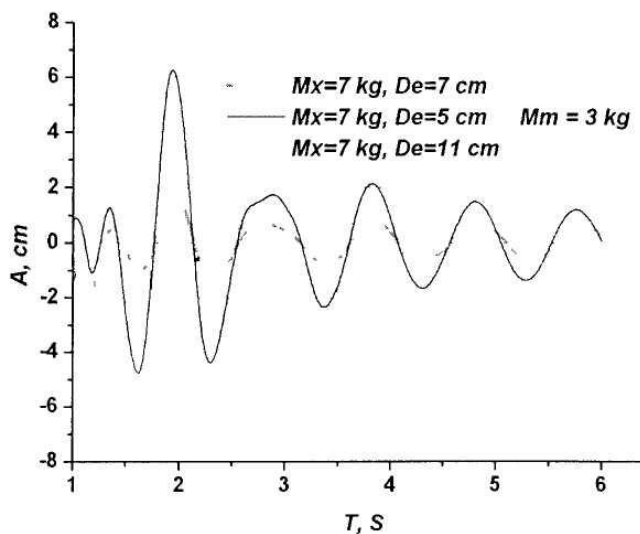
$$M = M_s + M_a + M_m + M_x \quad (5)$$

Рівняння (4) можна подати у канонічному вигляді

$$A \frac{dY}{dt} = F \quad (6)$$

На Фіг.2 наведено характер затухання коливань при різних значеннях мас коробчастої 2, ударних рухомих мас 6 та відповідного зазору між рухомою масою 6 і пружними прокладками 3 маси коробчастої 2.

Отже, запропонований комбінований маятниково-котковий динамічний гасник коливань дозволяє забезпечити віброзахист окремих видів машинобудівних конструкцій у ширшому частотному діапазоні та має кращі вібропоглинаючі властивості у порівнянні з аналогами.



Фіг.2